

**SEBARAN LOGAM BERAT Pb DAN Cu PADA SEDIMEN MUARA SUNGAI
SILUGONGGO KECAMATAN BATANGAN KABUPATEN PATI**

Sarah Sabila, Muh. Yusuf, Siddhi Saputro*)

Program Studi Oseanografi, Jurusan Ilmu Kelautan

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Soedarto, SH, Tembalang Semarang. 50275 Telp/Fax (024) 7474698

Email : srh.sabila55@gmail.com, muh_yusuf_undip@yahoo.co.id, saputrosiddhi@gmail.com

Abstrak

Juwana merupakan salah satu daerah yang terdapat di kota Pati, banyak penduduknya yang bekerja sebagai nelayan dan pengerajin kuningan. Di Juwana juga terdapat pelabuhan dan tempat pelelangan ikan yang cukup besar. Limbah industri galangan kapal dan kuningan tersebut sebagian besar dibuang melalui sungai Silugonggo yang melintasi wilayah Juwana. Salah satu limbah buangan tersebut adalah logam berat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi dan sebaran logam berat Pb dan Cu pada sedimen di sekitar muara sungai Silugonggo yang dipengaruhi oleh ukuran butir sedimen dan pola arus yang terdapat di perairan tersebut. Data lapangan diambil pada tanggal 28-29 Maret 2015 di sekitar muara sungai Silugonggo kecamatan Batangan, Kabupaten Pati. Analisa konsentrasi Pb dan Cu dilakukan di Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit, Yogyakarta dan analisa ukuran butir sedimen dilakukan di Laboratorium Geologi Laut FPIK Universitas Diponegoro. Hasil analisa konsentrasi Pb berkisar antara 2,083-8,840 mg/l, dan konsentrasi Cu berkisar antara 29,635-122,809 mg/l. sebaran Pb dan Cu dipengaruhi oleh pola arus, batimetri perairan serta jalur lalu lintas kapal yang menuju dan keluar sungai.

Kata Kunci : Logam Berat; Pb; Cu; Sedimen; Juwana

Abstract

Juwana is one of regions in Pati district, most of the residents work as fisherman and brass craftsmen. Juwana also have a port and a fish market. Most of its industrial waste from shipyard and brass industry thrown out into Silugonggo river that crossing Juwana region, some of the waste is heavy metals. This research aims to obtain the concentration and distribution of heavy metals Pb and Cu in sediment of Silugonggo estuary that influenced by sea current pattern and sediment grain size in the waters. Field data collected from March 28th to 29th 2015 in Silugonggo estuary at Batangan, Pati District. Concentration analysis of Pb and Cu conducted in Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit, Yogyakarta and sediment grain size analysis conducted in Marine Geology Laboratory of FPIK Diponegoro University. The range of Pb concentration result between 2,083-8,840 mg/l, Cu concentration range is around 29,635-122,809 mg/l. The distribution of Pb and Cu influenced by sea current pattern, bathymetry and ship traffic lane which come into and out from the river.

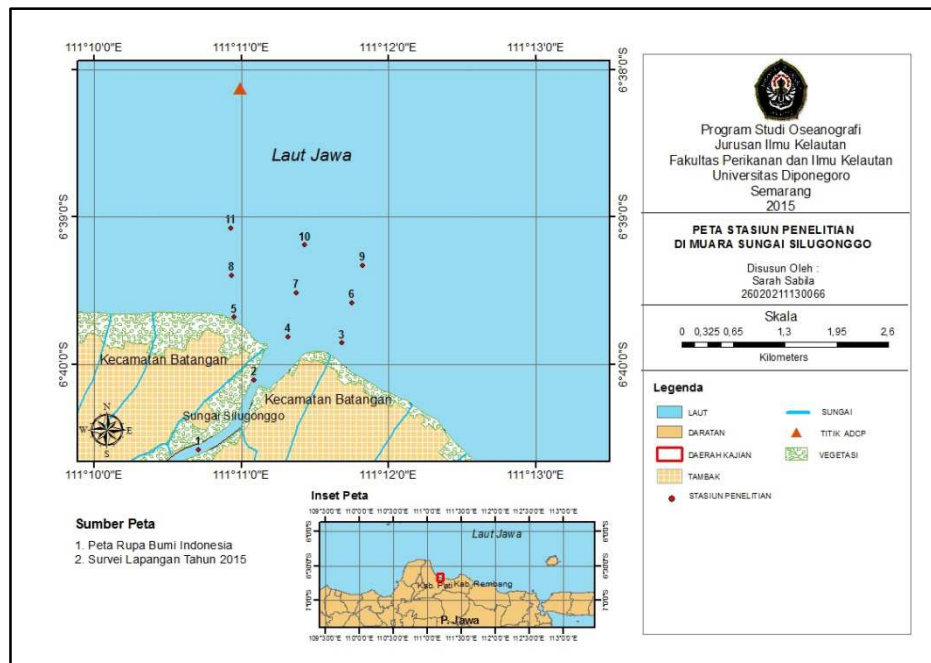
Keywords: Heavy Metals; Lead, Copper; Sediment; Juwana

1. Pendahuluan

Sungai Silugonggo merupakan sungai terbesar yang melintasi kota Juwana. Muara sungai Silugonggo terletak di kota Batangan, sekitar 5 km dari pelabuhan kota Juwana. Aktivitas manusia di sekitar sungai Silugonggo yang menghasilkan limbah, baik limbah rumah tangga, limbah industri maupun limbah dari aktivitas kapal-kapal yang keluar-masuk pelabuhan perikanan (TPI) yang berada di daerah aliran sungai Silugonggo, sehingga dapat mempengaruhi kualitas perairan di sekitar muara dan ekosistem pesisir termasuk logam Pb dan Cu. Salah satu limbah yang dapat terbawa oleh aliran sungai Silugonggo adalah unsur-unsur logam berat. Aktivitas industri di sekitar daerah penelitian antara lain industri kuningan, industri mebel,

industri pelelangan ikan, dan juga aktivitas kapal yang keluar dan masuk sungai Silugonggo, sehingga diperkirakan logam berat yang banyak terkandung di badan sungai maupun muara sungai Silugonggo adalah Pb dan Cu. Kegiatan industri kuningan dan aktivitas lalu lintas kapal berpotensi sebagai sumber pencemar logam berat kedalam kolom perairan dan mengendap di sedimen dasar. Pada umumnya, kandungan logam berat dalam sedimen dasar perairan lebih banyak dibandingkan dengan kandungan logam berat dalam kolom air.

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui kandungan dan pola sebaran logam berat Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) di dalam sedimen di sekitar muara sungai Silugonggo, Batangan. Manfaat penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan informasi sebaran logam berat Pb dan Cu di perairan sungai dan pesisir sekitar sungai Silugonggo dan dapat digunakan sebagai data acuan kualitas perairan tersebut. Penelitian terdiri dari dua tahapan yaitu tahap pengambilan data dan analisa data di laboratorium. Tahap pengambilan data dilaksanakan pada tanggal 28 dan 29 bulan Maret 2015. Pengambilan data dilakukan di sekitar muara sungai Silugonggo, Batangan. Analisa ukuran butir sedimen dilakukan pada tanggal 7-8 April 2015 di Laboratorium Geologi Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro. Analisa Laboratorium untuk pengukuran kadar logam berat dilakukan pada tanggal 10 April – 15 Mei 2015 di Laboratorium Penguji dan Kalibrasi Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit Yogyakarta.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

2. Materi dan Metode

A. Materi Penelitian

Penelitian ini menggunakan materi utama sedimen dasar perairan muara sungai Silugonggo Batangan dan data pendukungnya yaitu data Arus laut dan data kualitas perairan muara sungai Silugonggo Batangan.

B. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, digunakan metode kuantitatif yaitu metode yang memakai variable, reliabilitas, statistik, hipotesis, replika dan skala. Data terukur secara reliabel dan menjadi angka-angka yang objektif (Santana, 2007). Analisis data menggunakan metode deskriptif. Metode deskriptif bertujuan untuk membuat gambaran secara sistematis, faktual dan akurat mengenai fakta-fakta yang terjadi (Sugiyono, 2009) dengan menggunakan metode kuantitatif dan deskriptif, dimaksudkan hasil penelitian sesuai dengan kondisi di lapangan.

Metode Pengambilan Sampel

Sampel sedimen dasar perairan diambil menggunakan sedimen grab, hal ini sesuai dengan pernyataan Poerbandono dan Djunarsjah (2005) contoh (*sample*) sedimen dasar perairan diambil menggunakan grab *sampler*. Sampel dari tiap stasiun dimasukkan kedalam plastik sampel dan diberi label sesuai dengan stasiun masing-masing untuk dianalisis. Sampel sedimen di bagi menjadi dua, dimaksudkan untuk analisa butir sedimen dan untuk analisa kandungan logam berat. Data arus diambil secara *in situ* dengan menggunakan alat *ADCP*, pengukuran arus dilakukan selama 27 jam seperti dalam Poerbandono dan Djunarsjah (2005) yang menyatakan bahwa pengukuran arus pasut sekurang-kurangnya adalah 25 jam untuk daerah yang tipe pasang surutnya adalah diurnal atau campuran. Parameter kualitas perairan seperti pH, suhu, DO, dan salinitas diukur menggunakan WQC (*Water Quality Checker*), DO meter dan Refraktometer.

Metode Analisa Ukuran Butir Sedimen

Analisa ukuran butir sedimen menggunakan metode Buchana (1948) dalam Holme dan Mc Intyre (1948). Sedimen yang telah dikeringkan kemudian dipisahkan antara yang mudah terurai dan yang masih menggumpal. Sedimen yang mudah terurai diayak menggunakan sieve shaker sedangkan sedimen yang menggumpal direndam dengan air dan diukur dengan metode pemipetan:

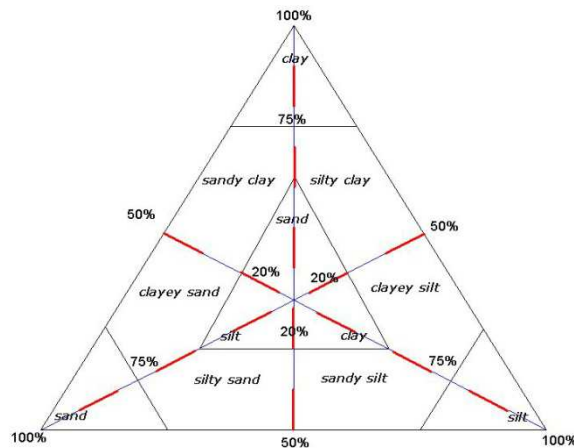
1. Masukkan sampel ke dalam gelas ukur volume 1 liter yang telah diisi aquades, dikocok hingga homogen. Setelah larutan dalam keadaan homogen, maka dilakukan pengambilan larutan homogen tersebut dengan menggunakan pipet volume sebanyak 20 ml pada kedalaman tertentu dan waktu tertentu, seperti tercantum pada Tabel 4.

Tabel 1. Analisa Ukuran Butir dengan Metode Pemipetan (Buchanan, 1984 dalam Holme dan Mc Intyre, 1984)

No.	Waktu Jam MenitDetik			JarakKedalamanPemipetandariPer mukaan Air di Tabung (cm)	Diameter yang Diperoleh (mm)
1	00	00	58	20	0,0625
2	00	01	56	10	0,0312
3	00	07	44	10	0,0156
4	00	31	00	10	0,0078
5	02	03	00	10	0,0039

2. Larutan yang terpipet kemudian dituang kedalam wadah bervolume 20 ml.
3. Wadah berisi larutan tersebut kemudian ditimbang dan didapatkanlah massa larutan tersebut.
4. Dengan menggunakan rumus perbandingan massa air dan massa sedimen ditentukan berat sedimen yang berdiameter butir 0.0625 mm; 0.042 mm; 0.0125 mm; 0.0078mm dan 0.0039mm.

Nama sedimen dicari dengan menggunakan data hasil pengukuran butir sedimen yang didapatkan tersebut. Sheppard (1954) dalam Pettijohn (1975) menjelaskan, untuk mengetahui nama jenis sedimen, data hasil pengukuran kadar sedimen diplotkan kedalam segitiga sedimen (segitiga Sheppard).



Gambar 2. Segitiga penamaan sedimen menurut Shepard, (1954) dalam Pettijohn, (1975).

Metode Analisa Kandungan Pb dan Cu Dalam Sedimen

Analisa kandungan Pb dan Cu dalam sedimen di laboratorium menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS). *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) adalah suatu alat yang digunakan pada metode analisa untuk menentukan konsentrasi unsur-unsur logam dan metalloid yang pengukurannya berdasarkan penyerapan cahaya dengan panjang gelombang tertentu oleh atom logam dalam keadaan bebas (Skoog *et al.*, 2000). Analisa kandungan Pb dan Cu menggunakan metode uji SW846-7000B:2007, sedangkan metode uji untuk kadar air menggunakan metode SNI 1965:2008. Preparasi sampel menggunakan metode destruksi asam, satu sampai dua gram sampel (berat basah) dihancurkan dengan penambahan berulang asam nitrat (HNO_3) dan hidrogen peroksida (H_2O_2) berdasarkan metode 3050b EPA. Pengukuran kandungan logam berat dalam sampel menggunakan kisaran panjang gelombang 190-800nm.

Pengolahan Data Arus

Peta Sebaran Arus diolah menggunakan *software* MIKE 21 modul hidrodinamika dan *software* ArcGIS 10.0. *Output* yang dihasilkan dari digitasi garis pantai dan batimetri dengan menggunakan *software* ArcGIS 10.0 digunakan sebagai data dasar pengolahan dengan *software* MIKE 21.

- Pembuatan daerah domain model dengan menggunakan peta batimetri yang kemudian diekstrak menggunakan *software* SMS 10.0 menjadi data batimetri dan garis pantai yang bertipe x,y dan z.
- Untuk membuat mesh pada domain model, menggunakan *software* MIKE 21 dengan *product type Mesh Generator*. Data garis pantai di masukkan sebagai *boundary* kemudian mengatur variable pada *window boundary properties*, akan muncul daerah *boundary* yang akan digunakan sebagai domain model pada kolom lembar kerja.
- Setelah menentukan daerah penelitian, selanjutnya adalah pemberian atribut pada domain model, kemudian membuat *mesh triangulate*. Untuk membuat *mesh* menjadi lebih halus, pilih *mesh* lalu *smooth mesh* dan untuk *number of iteration* dimasukkan angka 100.
- Selanjutnya yaitu memasukkan data batimetri yang telah diekstrak dari peta batimetri dan melakukan interpolasi terhadap nilai-nilai kedalaman yang diberikan.
- Setelah membuat domain model adalah membuat nilai batasan laut/nilai pasang surut. Untuk jangka waktu peramalan pasang surut dibuat selama 15 hari dengan *interval* 1 jam, kemudian setelah menyimpan data pasang surut tersebut di *execute*.

- Tahap selanjutnya adalah melakukan pengaturan terhadap parameter model yang ada dalam *product type Flow Model FM*. Setelah menyimpan *model control*, kemudian menjalankan model dengan *run model* pada bagian *menu bar*.

Output yang dihasilkan berupa peta arah dan kecepatan arus, kemudian data arah dan kecepatan arus yang dihasilkan diverifikasi dengan data pengukuran arus dilapangan dan diolah menggunakan *software* ArcGIS 10.0 untuk menjadi peta sebaran arus.

Pengolahan Data Konsentrasi Logam Berat

Data konsentrasi logam berat Pb dan Cu serta data jenis sedimen yang didapatkan setelah analisa di laboratorium diolah menggunakan *software* ArcGIS seri 10.0 untuk mendapatkan peta sebaran konsentrasi logam berat di sedimen. Peta sebaran konsentrasi logam berat Pb dan Cu diolah menggunakan sumber Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) dan konsentrasi logam berat Pb dan Cu di sedimen. Nilai konsentrasi Pb dan Cu di tiap stasiun beserta koordinat masing-masing stasiun dibuat dalam excel kemudian di masukkan kedalam ArcGIS. Sebaran konsentrasi logam berat dibuat dengan menu *Topo to Raster* yang ada dalam ArcToolbox.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil Pengukuran Parameter Fisika Kimia

Berdasarkan hasil pengukuran parameter fisika dan kimia yang meliputi suhu, salinitas, pH (keasaman), DO (oksigen terlarut), dan kecerahan pada tiap stasiun (tabel 2) hasil pengukuran menunjukkan bahwa suhu tertinggi pada stasiun 5 yaitu 34,4 °C, salinitas tertinggi pada stasiun 6 dan 7 yaitu 34 ‰, pH tertinggi pada stasiun 5 sebesar 8,22, DO tertinggi pada stasiun 5 yaitu sebesar 9,5 mg/l, dan tingkat kecerahan perairan paling tinggi ada pada stasiun 8 dan 11 yaitu hingga kedalaman 1 m.

Tabel 2. Hasil pengamatan parameter kualitas perairan di muara sungai Silugonggo, Pati

Stasiun	Suhu (°C)	Salinitas (‰)	pH	DO (mg/l)
1	33,2	9	6,70	2,48
2	34	10	7,45	3,23
3	33,4	32	7,72	5,23
4	34,2	16	7,69	5,75
5	34,4	22	7,42	9,2
6	32,5	34	7,87	4,68
7	32,6	34	7,86	4,65
8	32,2	32	7,88	4,7
9	32,4	32	7,84	4,48
10	32,4	32	7,8	4,32
11	32,1	31	7,4	3,27

Konsentrasi Logam Berat Pb Dan Cu

Berdasarkan hasil analisa di laboratorium Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit Yogyakarta konsentrasi tertinggi tembaga (Cu) yang terkandung didalam sedimen berada pada stasiun 9 dengan nilai sebesar 122,809 mg/l dan konsentrasi terendah berada pada stasiun 11 dengan nilai 29,635 mg/l. Konsentrasi timbal (Pb) nilai kandungan tertingginya berada pada stasiun 10 dengan nilai sebesar 8,840 dan konsentrasi terendahnya berada pada stasiun 11 dengan nilai sebesar 2,083. Tabel 3 adalah nilai konsentrasi tembaga (Cu) dan timbal (Pb) yang terkandung dalam sedimen di perairan muara sungai Silugonggo.

Tabel 3. Hasil analisis konsentrasi logam berat Cu dan Pb dalam sedimen perairan muara sungai Silugonggo, Pati

Stasiun	Konsentrasi Cu (mg/l)	Konsentrasi Pb (mg/l)
Stasiun 1	53,066	8,465

Stasiun 2	69,399	8,605
Stasiun 3	77,422	6,484
Stasiun 4	47,980	6,282
Stasiun 5	54,036	6,467
Stasiun 6	55,808	6,493
Stasiun 7	48,514	4,242
Stasiun 8	35,896	2,103
Stasiun 9	122,809	8,672
Stasiun 10	82,408	8,840
Stasiun 11	29,635	2,083

Hasil Pengukuran Butir Sedimen

Ukuran butir dan Jenis sedimen yang didapatkan dari analisis ukuran butir sedimen dilaboratorium menggunakan metode pemipetan. Hasil dari pemipetan sampel sedimen berupa data ukuran butir sedimen, kemudian data tersebut di plotkan ke dalam segitiga Shepard untuk didapatkan jenis sedimennya. Pada stasiun 1, 2, 6, 9, 10, dan 11 didapatkan jenis sedimennya berupa Lanau Berlempung (*clayey silt*), sedangkan pada stasiun 3, 4, 5, 7, dan 8 jenis sedimennya adalah Lanau (*silt*). Persentase Lanau paling tinggi ditemukan pada stasiun 3 yaitu 80.61% dan paling rendah pada stasiun 1 yaitu 73.41%. Berdasarkan hasil tersebut dapat dikatakan bahwa jenis sedimen dasar perairan di muara sungai Silugonggo adalah Lanau (*Silt*).

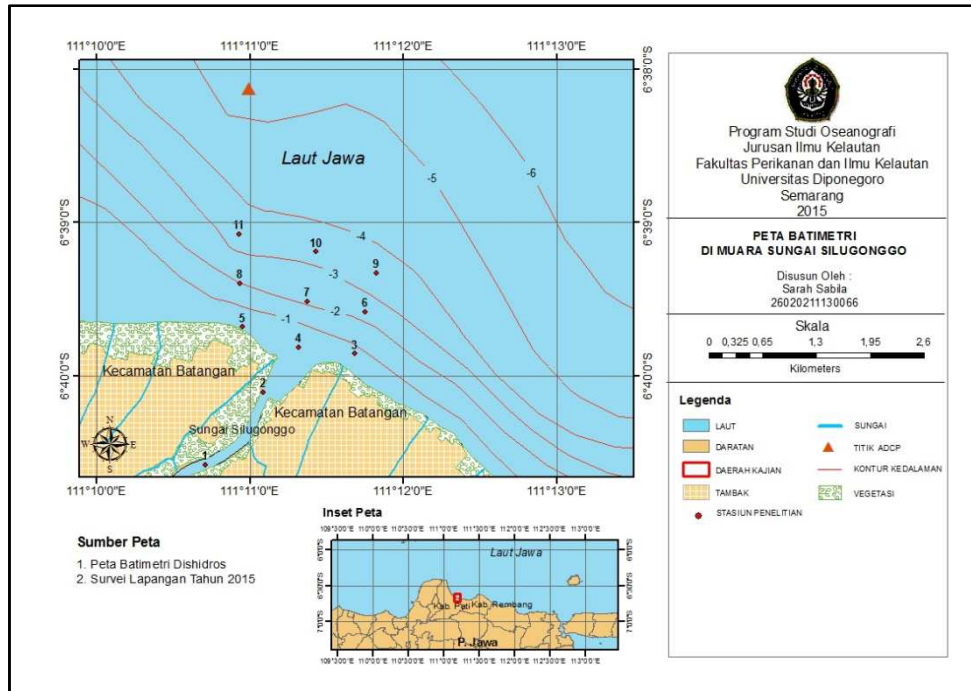
Tabel 4. Hasil analisis ukuran butir sedimen di perairan muara sungai Silugonggo, Pati

Stasiun	kedalaman (m)	Nama Sedimen	Lanau (%)	Lempung (%)	Pasir (%)
1	3,5	Lanau Berlempung	73.41	26.59	0
2	4,0	Lanau Berlempung	74.71	25.29	0
3	1,0	Lanau	80.61	19.39	0
4	1,0	Lanau	80.03	19.97	0
5	1,0	Lanau	79.72	20.28	0
6	3,0	Lanau Berlempung	74.98	25.02	0
7	3,0	Lanau	80.23	19.77	0
8	2,0	Lanau	80.21	19.79	0
9	4,0	Lanau Berlempung	74.91	25.09	0
10	4,0	Lanau Berlempung	73.95	26.05	0
11	4,0	Lanau Berlempung	74.54	25.56	0

Keterangan: Lanau Berlempung (*clayey silt*); Lanau (*silt*)

Hasil Peta Kedalaman Perairan

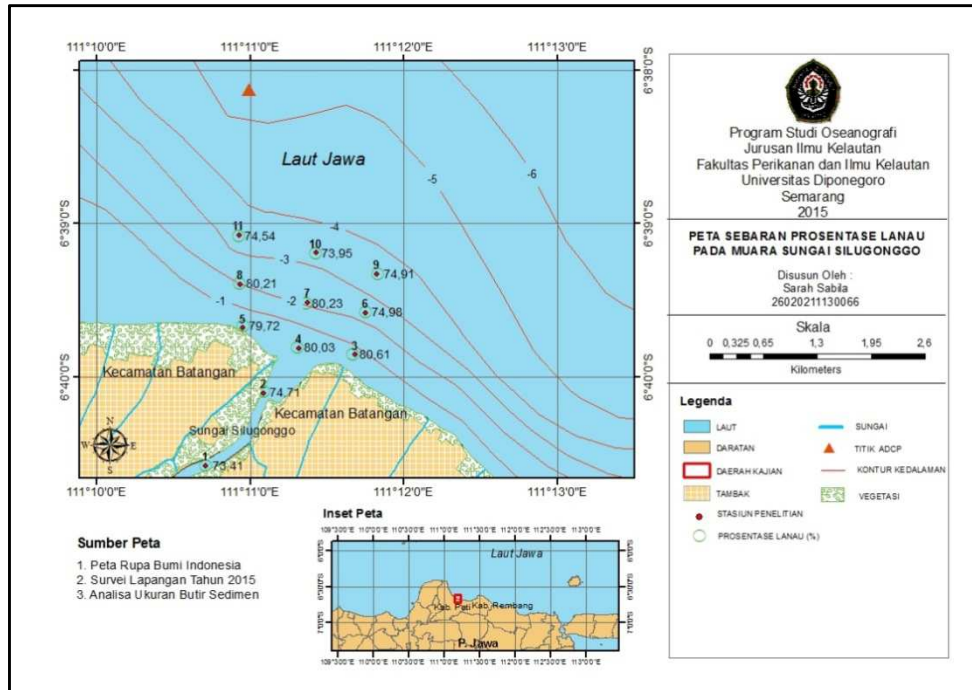
Peta kedalaman perairan di muara sungai Silugonggo diperoleh dari pengolahan data lapangan dan peta batimetri. Peta kedalaman perairan diolah menggunakan software ArcGIS 10.0. Stasiun yang berada di depan muara sungai (stasiun 3,4 dan 5) berada pada kontur kedalaman 1 m, stasiun 6 dan 7 berada pada kontur kedalaman 3 m, stasiun 8 berada pada kontur kedalaman 2 m, dan stasiun 9,10 dan 11 berada pada kontur kedalaman 4 m. Secara ilustratif peta kontur kedalaman disajikan pada gambar 3.



Gambar 3. Peta batimetri muara sungai Silugonggo.

Sebaran Sedimen

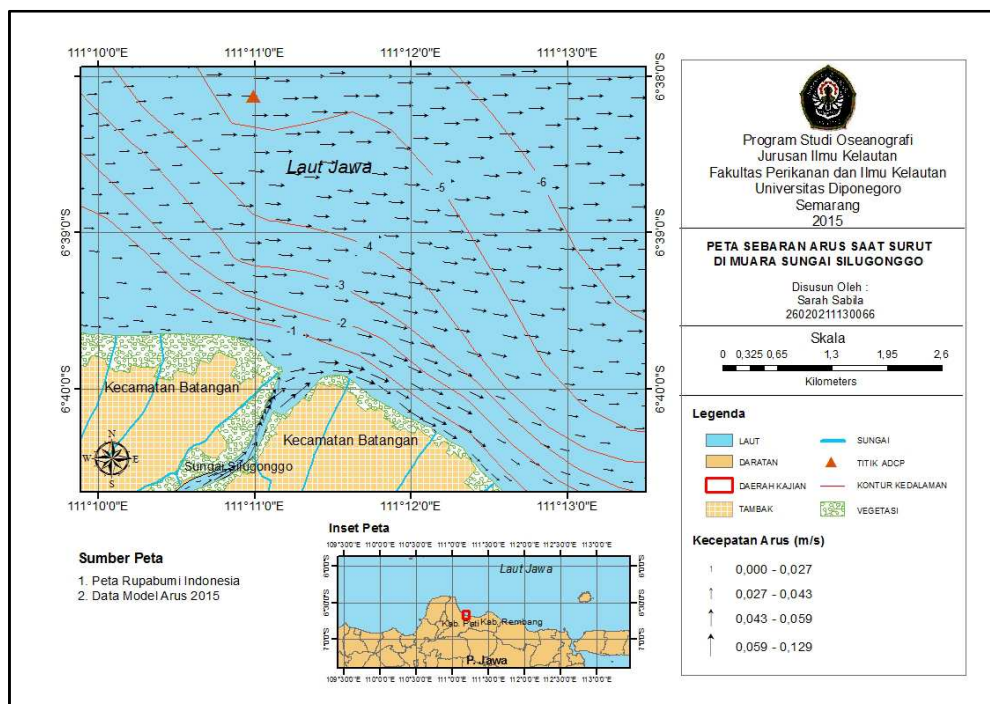
Peta sebaran sedimen diolah dari data prosentase lanau menggunakan *software* ArcGIS 10.0. pada gambar 4 terlihat prosentase lanau tertinggi berada pada daerah muara sungai yaitu stasiun 3 dengan nilai 80,61; stasiun 4 dengan nilai 80,03; stasiun 7 dengan nilai 80,23 dan stasiun 8 dengan nilai 80,21. Sebaran prosentase lanau dari muara sungai menuju kearah utara.



Gambar 4. Peta sebaran prosentase lanau di muara sungai Silugonggo.

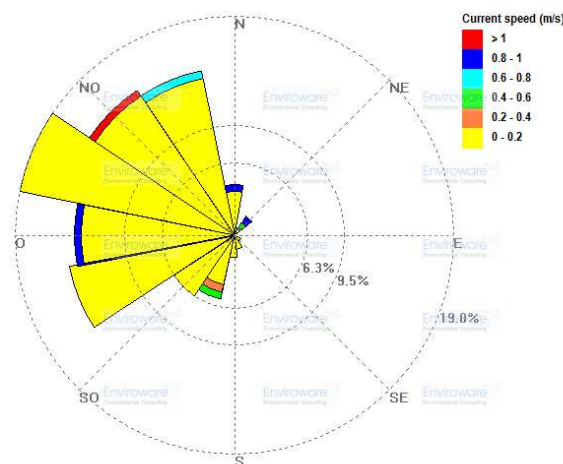
Hasil Pengolahan Data Arus

Peta sebaran arah dan kecepatan arus didapatkan dari pengolahan data arus dengan menggunakan *software* MIKE 21 dan *software* ArcGIS 10.0. Output yang dihasilkan dari pengolahan data menggunakan *software* MIKE 21 di verifikasi dengan data pengukuran arus lapangan. CF (*Cost Function*) yang dihasilkan dari verifikasi data arus di lapangan dengan data hasil pengolahan menggunakan *software* MIKE 21 sebesar 0,945. OSPAR *Comission* (1998) dalam George *et al.* (2010), menyatakan kriteria CF yang digunakan yaitu $CF < 1$ sangat bagus, CF 1-2 bagus, CF 2-3 layak, $CF > 3$ buruk. Berdasarkan kriteria tersebut dapat dikatakan data permodelan arus yang dihasilkan sangat bagus. Berikut ini adalah gambar peta pola arus pada saat surut yang telah dioverlay dengan kontur kedalaman (Gambar 5). Pada saat surut arus menuju ke arah timur dengan kecepatan rata-rata 0,044 m/s.



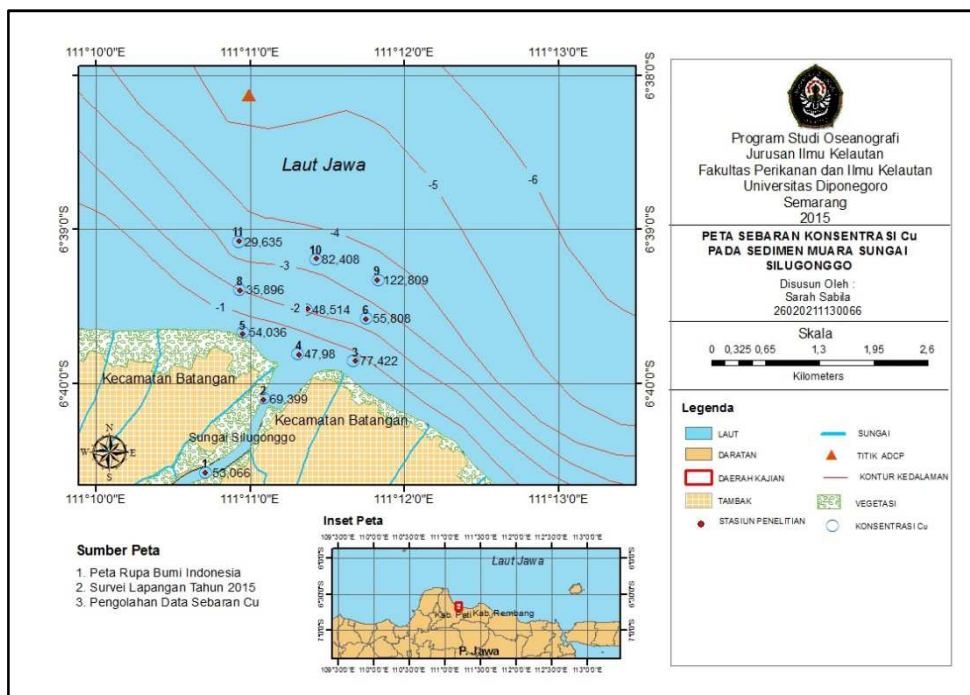
Gambar 5. Peta pola arus pada saat surut di muara sungai Silugonggo.

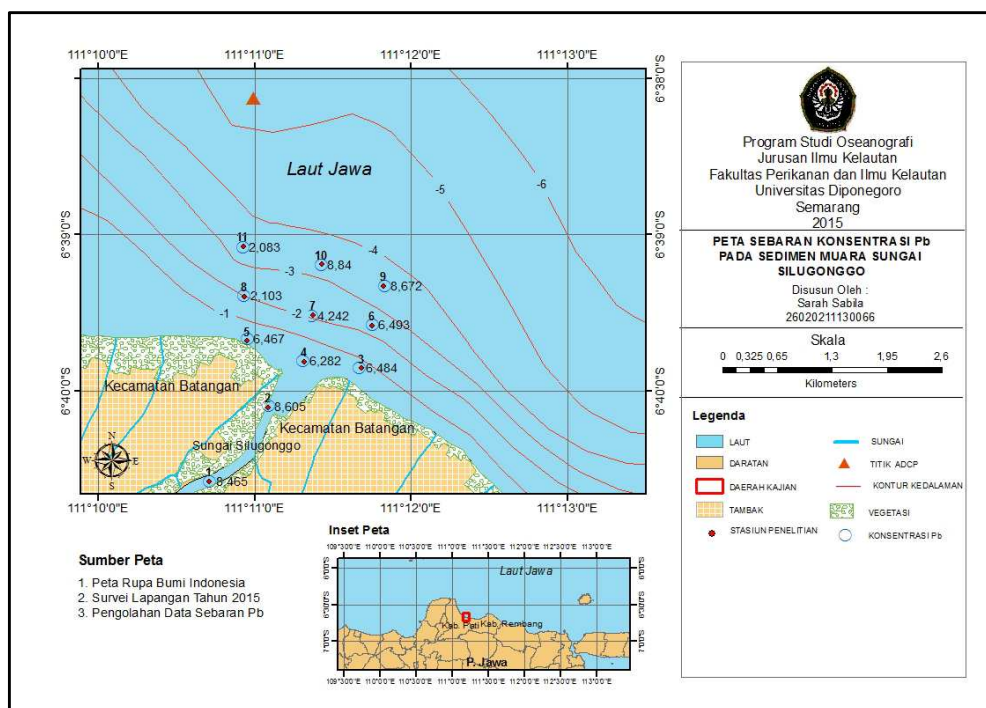
Data arus lapangan diolah dengan menggunakan *software* Current Rose untuk mendapatkan arah arus dominan dan kecepatannya (gambar 6). Arah arus dominan yang didapatkan dengan pengolahan data arus lapangan pada tanggal 28 dan 29 Maret 2015 mengarah ke barat laut.

**Gambar 6.** Diagram arah dominan dan kecepatan arus di muara sungai Silugonggo.

Sebaran Logam Berat Pb dan Cu Dalam Sedimen

Peta sebaran konsentrasi Pb dan Cu diperoleh dari pengolahan data hasil analisis konsentrasi logam berat Pb dan Cu dari laboratorium, data diolah menggunakan *software* ArcGIS 10.0 dan *dioverlay* dengan kontur kedalaman. Terlihat pada peta sebaran Cu (Gambar 7) menyebar dari muara sungai ke arah timur laut, sedangkan pada peta sebaran Pb (Gambar 8) menyebar dari muara sungai ke arah timur. Pada gambar 7 terlihat konsentrasi tertinggi Cu terdapat pada stasiun 9, sedangkan konsentrasi Cu terendah terdapat pada stasiun 11. Pada gambar 8 konsentrasi Pb terendah terdapat pada stasiun 8 dan 11, sedangkan konsentrasi Pb tertinggi terdapat pada stasiun 1, 2, 9, dan 10.

**Gambar 7.** Peta sebaran konsentrasi Cu dalam sedimen muara sungai Silugonggo.



Gambar 8. Peta sebaran konsentrasi Pb dalam sedimen muara sungai Silugonggo.

Hasil sebaran logam berat pada gambar 7 dan 8 yang cenderung menuju kearah timur serta peta pola arus pada gambar 5 yang menuju kearah timur, menunjukkan bahwa arus juga berpengaruh terhadap sebaran logam berat dalam sedimen baik Cu maupun Pb. Menurut Seibold and Berger (1982) setiap aktivitas arus cenderung memisahkan ukuran butir sedimen yang lebih halus dari ukuran sedimen yang kasar, sedangkan Siaka *et al.* (2000) dalam Sahara (2009) menyatakan ukuran partikel memiliki peran yang cukup penting dalam distribusi logam berat pada sedimen. Sedimen dengan ukuran butiran yang halus memiliki prosentase kandungan bahan organik yang lebih banyak dibandingkan dengan sedimen dengan ukuran butiran yang kasar. Prosentase kandungan lumpur yang tinggi cenderung mengandung logam yang tinggi, karena konsentrasi logam yang tinggi umumnya berasosiasi dengan sedimen yang memiliki ukuran butir kecil sehingga mampu mengikat logam dalam sedimen dengan baik (Maslukah, 2013; Rochyatun *et al.*, 2006 dan Pubonegoro, 2014). Berdasarkan pernyataan diatas, sebaran logam berat pada sedimen umumnya mengikuti arah sebaran sedimen, tetapi pada penelitian ini arah sebaran sedimen dan arah sebaran logam berat yang didapatkan berbeda. Sebaran prosentasi lanau pada gambar 4 yang menuju kearah utara sedangkan sebaran logam berat yang cenderung menuju kearah timur (gambar 7 dan 8), adanya perbedaan arah sebaran antara prosentase lanau dengan konsentrasi logam berat ini diduga karena pengaruh batimetri dan jalur lalu lintas kapal yang ada di sekitar muara sungai Silugonggo.

Kondisi batimetri pada stasiun 9, 10 dan 11 lebih dalam dibandingkan dengan stasiun lainnya yaitu 4 m, sedangkan pada stasiun 6 dan 7 kedalamannya adalah 3 m dan pada stasiun 8 kedalamannya adalah 2 m. Keadaan batimetri yang lebih dalam pada stasiun 9 menyebabkan kandungan logam berat Cu maupun Pb lebih banyak yang terakumulasi dan terikat di sedimen dibandingkan dengan stasiun lainnya. Pada perairan yang dalam proses resuspensi sedimen lebih rendah, sehingga diduga logam berat yang terdapat dalam sedimen tidak mudah terlepas ke kolom perairan (Maslukah, 2013). Pada stasiun 11 merupakan konsentrasi Cu dan Pb paling rendah yaitu 29,635 mg/l dan 2,083 mg/l, meskipun kedalaman perairan pada stasiun 11 sama dengan stasiun 9 yaitu 4 m tetapi stasiun 11 selalu dilewati oleh kapal-kapal yang akan keluar dan masuk ke pelabuhan Juwana.

Kapal-kapal yang keluar dan masuk ke pelabuhan Juwana memiliki tonase kotor (*gross tonnage*) yang berkisar antara 30- 150 ton dan panjang sekitar 20-30 m, kapal-kapal tersebut akan melintasi stasiun penelitian 11, 8, 7 dan 4 kemudian memasuki badan sungai, dikarenakan adanya pendangkalan di sekitar stasiun 6 dan 3. Hal ini diduga merupakan salah satu faktor

mengapa pada stasiun 11 konsentrasi Cu maupun Pb ditemukan paling rendah, kapal-kapal yang melintasi jalur tersebut akan menyebabkan proses pengadukan dan pengendapan pada perairan sekitarnya. Menurut Maslukah, (2013) dan Apeti *et al.*, (2009) dalam Purbonegoro *et al.*, (2014) proses pengadukan dan resuspensi berpengaruh terhadap adanya perbedaan konsentrasi logam berat. Siaka *et al.* (2000) dalam Sahara (2009) menyatakan kondisi lingkungan yang tenang memungkinkan pengendapan sedimen halus berupa lumpur yang kemudian diikuti akumulasi terhadap bahan organik yang lebih tinggi.

Selain ukuran butir sedimen, kondisi batimetri dan jalur lalu lintas kapal, suhu dan pH juga mempengaruhi akumulasi kandungan logam berat dalam sedimen dasar perairan. Suhu perairan muara sungai Silugonggo termasuk tinggi dengan kisaran antara 32-34°C. Menurut Hutagalung, (1984) dan Namminga and Wilhm, (1977) dalam Siaka, (2008) bahwa suhu yang lebih tinggi akan meningkatkan pembentukan ion logam berat sehingga akan meningkatkan proses pengendapan yang akhirnya berakibat pada penyerapan logam berat pada sedimen. Kadar pH pada stasiun penelitian juga mempengaruhi tinggi rendahnya konsentrasi logam berat yang terkandung dalam perairan tersebut. Nilai pH yang cenderung bersifat basa akan menyebabkan logam berat sukar larut dan mengendap ke dasar perairan (Rochyatun *et al.*, 2006).

4. Kesimpulan

Kandungan logam berat Cu dalam sedimen di muara sungai Silugonggo tertinggi berada pada stasiun 9 yaitu 122,809 mg/l, dan terendahnya pada stasiun 11 yaitu 29,635 mg/l. Kandungan logam berat Pb tertinggi terdapat pada stasiun 10 yaitu 8,840 mg/l, dan terendahnya pada stasiun 11 yaitu 2,083 mg/l. Pola sebaran logam berat Cu menuju ke arah timur laut, sedangkan logam Pb menuju ke arah timur.

Daftar Pustaka

- George, M.S., L. Bertino., O.M. Johannessen, and A. Samuelsen. 2010. Validation of a Hybrid Coordinate Ocean Model for the Indian Ocean. *Journal of Operational Oceanography.*, 3(2).
- Holme, N.A. and A.D. Mc Intyre. 1984. *Methods for Study of Marine Benthos* 2nd edition. Blackwell Scientific Publication, Oxford.
- Hutagalung, H.P. 1984. Logam Berat Dalam Lingkungan Laut. *Oseana.*, IX(1):11-20.
- Maslukah, L. 2013. Hubungan Antara Konsentrasi Logam Berat Pb, Cd, Cu, Zn dengan Bahan Organik dan Ukuran Butir dalam Sedimen di Estuari Banjir Kanal Barat, Semarang. *Buletin Oseanografi Marina.*, (2): 55-62.
- Pettijohn, F.J. 1975. *Sedimentary Rock*. Harper and Row Publisher, New York.
- Poerbandono dan E. Djunarsjah. 2005. *Survei Hidrografi*. Refika Aditama, Bandung.
- Purbonegoro, T., A. Damar dan Z. Arifin. 2014. Logam Berat (Cd dan Pb) Dalam Padatan Tersuspensi dan Sedimen Muara Kapuas, Kalimantan Barat. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia.*, 40(1):55-70.
- Rochyatun, E., M.T. Kaisupy dan A. Rozak. 2006. Distribusi Logam Berat dalam Air dan Sedimen di Perairan Muara Sungai Cisadane. *Makara, Sains.*, 10(1):35-40.
- Sahara, E. 2009. Distribusi Pb dan Cu Pada Berbagai Ukuran Partikel Sedimen di Pelabuhan Benoa. *Jurnal Kimia.*, 3(2):75-80.
- Santana, K.S. 2007. *Menulis Ilmiah: Metode Penelitian Kualitatif*. Yayasan Obor Indonesia, Jakarta.
- Seibold, E. and W.H. Berger. 1982. *The Sea Floor An Introduction to Marine Geology*. Springer, New York.
- Siaka, I.M. 2008. Korelasi Antara Kedalaman Sedimen di Pelabuhan Benoa dan Konsentrasi Logam Berat Pb dan Cu. *Jurnal Kimia.*, 2(2):61-70.
- Skoog, D.A., D.M. West, F.J. Holler and S.R. Crouch. 2000. *Fundamentals of Analytical Chemistry*. Brooks Cole.
- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. CV. Alfabeta, Bandung.